

POINT SUR LES CONSEQUENCES SANITAIRES DE L'ACCIDENT DE TCHERNOBYL

Septembre 2005

Avis de Bernard Bigot, Haut-Commissaire à l'Energie Atomique

SOMMAIRE

| | |
|--|-----------|
| 1 - INTRODUCTION | 3 |
| 2 - L'ACCIDENT | 4 |
| 3 - MESURES EN FRANCE | 5 |
| 3.1-Moyens | 5 |
| 3.2 -Premiers résultats et suivi ultérieur | 6 |
| 3.3-Cartographie des dépôts en césium et importance de la pluviométrie | 7 |
| 3.4 -Cartographie des dépôts en iode | 9 |
| 4 - EVALUATION DOSIMETRIQUE | 10 |
| 5 - CONSEQUENCES SANITAIRES LOCALES A PROXIMITE DE TCHERNOBYL | 12 |
| 6 - EPIDEMIOLOGIE ET CONSEQUENCES SANITAIRES EN France | 13 |
| 7 - RADIOBIOLOGIE | 15 |
| 8 - POINTS DE REFERENCE ET DE COMPARAISON : LIMITES REGLEMENTAIRES ET IRRADIATION NATURELLE | 16 |
| 9 - GESTION DE LA CRISE | 18 |
| 10 - COMMUNICATION | 20 |
| 11 - CONCLUSION | 21 |
| REFERENCES | 25 |
| ANNEXE | 27 |

POINT SUR LES CONSEQUENCES SANITAIRES DE L'ACCIDENT DE TCHERNOBYL

1-INTRODUCTION

L'accident nucléaire de Tchernobyl, le 26 Avril 1986, vu par beaucoup comme le plus grave accident industriel de l'histoire de l'humanité, continue à entretenir dans l'opinion publique française, et plus largement mondiale, une forte préoccupation sur ses réelles conséquences sanitaires.

Depuis bientôt 20 ans, beaucoup de choses ont été écrites et dites sur ce sujet sensible qui tient une place de premier plan dans la conscience collective concernant le nucléaire. C'est un sujet propice à la polémique qui n'a guère cessé depuis 20 ans : par exemple, en février 2002, la CRIIRAD, déclarait encore : « *L'Etat français a menti et n'a pas respecté la réglementation relative à la protection contre les rayonnements ionisants. L'Etat possédait en 1986 des chiffres sur la contamination qu'il n'a jamais diffusés* ». En relation avec ces polémiques entretenues, des plaintes devant les tribunaux, déposées récemment par des malades atteints de cancer de la thyroïde et faisant l'hypothèse d'un lien de cause à effet impliquant les retombées de Tchernobyl en France, sont en cours d'instruction. Le débat public sera donc certainement ouvert à nouveau lors de la célébration du 20^{ème} anniversaire de ce douloureux événement.

L'objet de cette note est de faire un point précis sur ses conséquences sanitaires en France, permettant aux responsables gouvernementaux qui ne manqueront pas d'être légitimement interrogés à cette occasion, d'avoir une vision précise de la réalité des faits, telle qu'elle peut être déterminée avec toute la rigueur souhaitable après les derniers travaux de recherche conduits, et de pouvoir ainsi s'exprimer sur ces bases, s'ils le souhaitent. Des compléments à cette note sont envisageables si des résultats nouveaux étaient publiés ou diffusés à l'occasion de réunions scientifiques intervenant dans les mois à venir.

2 -L'ACCIDENT

L'accident survenu fin avril 1986 sur le réacteur n°4 de la centrale de Tchernobyl (site situé à l'actuelle frontière entre la Biélorussie et l'Ukraine) s'est produit lors d'un exercice portant sur la procédure de secours à activer en cas de perte de l'alimentation électrique des pompes du circuit primaire. Cet exercice, mal préparé par les responsables de l'installation, et les erreurs répétées de comportement des opérateurs, incluant des violations majeures injustifiables des consignes de sûreté, ont conduit le réacteur à une situation incontrôlable dans la nuit du 25 au 26 avril 1986. L'augmentation brutale de la pression de vapeur d'eau a conduit notamment à la rupture des circuits de refroidissement. L'hydrogène apparemment produit par réaction à haute température de l'eau du circuit primaire avec les gaines en zirconium du combustible et le graphite s'est enflammé. Ces événements ont entraîné une double explosion qui a entièrement détruit le réacteur.

Au moment de la seconde explosion et durant l'incendie qui suivit, une partie du combustible et des produits de fission ou de capture, fractionnés en débris et en poussières, fut éjectée du cœur, entraînant dans l'atmosphère les gaz rares et les radionucléides les plus volatils comme l'iode, le tellure et le césium, pendant environ 10 jours. Les gaz chauds et les produits de combustion du graphite provoquèrent la dispersion de fines particules jusqu'à une altitude de plus de 1 500 m. Entre 3 et 4 % des 190 tonnes de combustible présent dans le cœur furent rejetés, l'activité des radionucléides de période supérieure à 24 heures étant estimée à $12 \cdot 10^{18}$ Bq dont $6,5 \cdot 10^{18}$ Bq de gaz rares (xénon et krypton)^{1 2}. Les rejets ont dépendu de la volatilité des composés. Par rapport à l'inventaire du cœur, ils ont été de 60% pour l'iode, 30% pour le césium, moins de 4% pour le strontium et environ 3% pour les éléments lourds comme le plutonium et le neptunium.

Le mutisme initial des autorités soviétiques suite à l'explosion du réacteur n'a pas résisté longtemps à la détection, très performante, par les services compétents des pays européens voisins, de la radioactivité rejetée dans l'atmosphère. Les niveaux de détection activés en permanence sont en effet plusieurs ordres de grandeur en dessous des niveaux qui pourraient présenter un risque sanitaire. Les rejets ayant été entraînés vers les pays baltes et scandinaves avant d'être rabattus sur l'Europe de l'Est, c'est une première mesure anormale de la radioactivité de l'air, effectuée en Suède le 27 avril jusqu'en Europe de l'Ouest, et notamment en France, à partir du 29/30 avril. La détection des aérosols radioactifs ayant survolé la France après l'accident a été rapide. Dès le 1^{er} mai, l'élévation anormale de l'activité de l'air était connue des autorités françaises.

¹ Ces chiffres n'incluent donc pas l'iode 133 de période 21 heures. Ce radioélément est cependant susceptible d'intervenir dans l'évaluation des doses à la thyroïde notamment en zone proche.

² Pour comparaison, la radioactivité de la totalité des déchets nucléaires présents en France au 31 décembre 2002 et produits par le parc électronucléaire est évaluée par l'ANDRA à $60 \cdot 10^{18}$ Bq.

3 -MESURES EN FRANCE

3.1 Moyens

Trois organismes dépendant directement de l'administration ont effectué des mesures de la radioactivité en mai 1986 :

- le Service Central de Protection contre les Rayonnements Ionisants (SCPRI) du ministère de la santé, aujourd'hui inclus dans l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN) ;
- le Centre National d'Etudes Vétérinaires et Alimentaires (CNEVA) du ministère de l'agriculture ;
- la Direction Générale de la Consommation, de la Concurrence et de la Répression des Fraudes (DGCCRF) du ministère de l'économie et des finances.

Les exploitants de l'industrie nucléaire, le CEA, la COGEMA et EDF ont également effectué pour leur part un très grand nombre de mesures dans l'environnement proche de leurs sites.

Parmi les organismes dépendant de l'administration, c'est le SCPRI qui a effectué le plus grand nombre de mesures. Cet organisme avait en effet mis en place progressivement en France, depuis 1961, un réseau qui lui a permis d'avoir une connaissance de la radioactivité sur le territoire.

Ce réseau comprenait :

- des mesures quotidiennes de l'activité de l'air sur le site du Vésinet, où était localisé le SCPRI, et en 44 points du territoire ;
- des mesures hebdomadaires de la radioactivité de l'eau de pluie sur le site du Vésinet et en 35 points du territoire, avec recherche de 19 radionucléides ;
- des mesures sur les eaux de surface et souterraines, en particulier sur les fleuves en aval et en amont des installations nucléaires ;
- des mesures mensuelles sur les eaux potables et les eaux de mer ;
- des mesures mensuelles sur le lait dans tous les départements à proximité des installations nucléaires, ainsi que des mesures mensuelles sur les repas servis dans différentes cantines scolaires.

Bien qu'il fût avant tout destiné à la surveillance des installations nucléaires françaises, ce dispositif s'est révélé essentiel pour la détection et la quantification de la contamination provenant de Tchernobyl. Il a depuis été développé pour devenir le réseau « Téléray » (mesures dans l'air) et « Hydrotéléray » (mesures dans certains cours d'eau), avec télétransmission des résultats.

Le CNEVA a fait des mesures sur les produits dont le contrôle relève de sa compétence, c'est-à-dire les produits animaux, et la DGCCRF a fait des mesures sur les produits alimentaires directement distribués aux consommateurs. Ce sont au total plusieurs milliers de mesures qui ont été effectuées en mai et juin 1986. Le cloisonnement administratif a fait que certains organismes ont adressé directement à la Commission européenne des résultats sans les communiquer au SCPRI qui était

*« Point sur les conséquences sanitaires de l'accident de Tchernobyl – septembre 2005 »
avis de Bernard Bigot, Haut-Commissaire à l'énergie atomique*

pourtant l'organisme national de référence et avait la réelle compétence de synthèse en matière de radioactivité.

L'IPSN, alors entité du CEA, a, pour sa part, rassemblé et publié régulièrement (voir notamment les rapports des 21 mai, 27 juin et 15 octobre 1986) les résultats des très nombreuses mesures effectuées dans l'environnement des Centres du CEA auxquels se sont ajoutés les résultats de la radioactivité mesurée dans l'air par les stations IPSN d'Orsay et de Verdun.

3.2 Premiers résultats et suivi ultérieur

La radioactivité des aérosols atmosphériques, détectée dès le 29 avril, a été maximum le 1^{er} mai, atteignant 10 à 25 Bq.m⁻³ pour le cumul des césium 137 et 134 et de l'iode 131 dans les zones les plus touchées, avec une proportion iode sur césium comprise entre 3 et 10, selon le moment et le lieu d'observation. Les activités mesurées dans les tous premiers jours ont été inférieures à 10 000 Bq.m⁻² pour le dépôt au sol, de 100 à 1 000 Bq.kg⁻¹ ou l⁻¹ pour les végétaux et le lait de vache, selon les produits, et de 2 000 Bq.l⁻¹ pour le lait de chèvre. Afin d'encadrer le commerce des denrées alimentaires après l'accident de Tchernobyl, la Commission européenne a recommandé le 6 mai des niveaux maximaux de moins de 500 Bq.kg⁻¹ ou l⁻¹, garantissant le respect des limites de dose pour le public. Les valeurs de ces niveaux ont évolué par la suite (et ils sont devenus réglementaires en 1987). La totalité des résultats rassemblés par l'IPSN a été éditée le 21 mai 1986 dans un document largement diffusé. Entre le 1^{er} mai et le 21 mai, l'activité de l'iode 131 a diminué d'un facteur 8 par décroissance radioactive, ce qui montre l'importance d'une réaction précoce lors d'une crise de cette nature, sans attendre de disposer de mesures fines et complètes.

Par la suite, l'IPSN a engagé des études de terrain pour évaluer l'impact sur les écosystèmes continentaux et marins. Les zones d'étude ont été choisies en fonction de la pluviométrie relevée sur la France entre le 1^{er} et le 5 mai 1986. Ce sont en effet les pluies durant le passage des masses d'air contaminées qui ont amené l'essentiel des dépôts radioactifs en césium. Les campagnes engagées ont été effectuées :

- du 2 mai 1986 au 22 octobre 1987 dans le bassin du Haut-Var avec le prélèvement de 260 échantillons terrestres ;
- en Corse, en juin et novembre 1986, dans la région d'Aléria, le Tavignano et les lacs d'altitude ;
- en Méditerranée, sur les côtes corses et provençales de 1987 à 1989 avec des mesures de sédiments et de produits marins ;
- dans le bassin de la Moselle en 1986 et 1987 ;
- en mars 1997, près de St-Jean d'Ormont, pour caractériser la contamination des sols de cette région forestière des Vosges ;
- de 1998 à 2000, dans le Mercantour, en particulier dans les zones de contamination élevée due aux effets de relief et aux précipitations, avec une cartographie des dépôts sur 27 km²;

*« Point sur les conséquences sanitaires de l'accident de Tchernobyl – septembre 2005 »
avis de Bernard Bigot, Haut-Commissaire à l'énergie atomique*

- en 2001-2002, l'essentiel de l'effort de connaissance de la contamination a porté sur la Corse.

Les études effectuées dans des zones montagneuses ont montré une contamination significativement plus élevée que celle mesurée dans les plaines.

3.3 Cartographie des dépôts en césium et importance de la pluviométrie

Ce sont les pluies survenues entre le 1^{er} et le 5 mai 1986, durant le passage des masses d'air contaminées par les rejets du 27 avril, qui ont amené l'essentiel des dépôts radioactifs en France. En 1995, une relation entre les dépôts et les précipitations a été établie à partir des mesures du césium 137 dans plus de 140 échantillons prélevés dans la basse vallée du Rhône, en sélectionnant des sols dont la nature et l'utilisation assuraient au mieux la conservation du dépôt de 1986, c'est-à-dire les sols peu perméables, non remaniés et peu affectés par les phénomènes de ruissellement. Les dépôts augmentent avec les précipitations, passant de quelques milliers de Bq.m⁻² là où il n'a presque pas plu, à plus de 30 000 Bq.m⁻² là où les hauteurs de pluie ont dépassé 50 mm. Ces dépôts pluvieux se sont ajoutés aux dépôts par temps sec de l'ordre de 1 000 Bq.m⁻², et aux dépôts résiduels des retombées des essais atmosphériques d'armes nucléaires de plusieurs milliers de Bq.m⁻² à plus de 10 000 Bq.m⁻² sur les reliefs montagneux. Cette relation entre les dépôts en césium 137 et les hauteurs de pluie a ensuite été validée par confrontation avec l'ensemble des résultats de mesure des dépôts de césium 137 disponibles sur le tiers Est du pays.

La dernière cartographie du césium 137 sur l'ensemble du territoire a été réalisée entre 1997 et 2003 par l'IPSN/IRSN. Elle repose sur une modélisation schématique de l'appauvrissement de la contamination des masses d'air d'Est en Ouest mis en évidence par les mesures de radioactivité atmosphérique effectuées début mai 1986, et sur la carte des précipitations sur la France entre le 1^{er} et le 5 mai 1986. Les dépôts au sol ont ainsi été calculés à partir des hauteurs de pluie en 3 800 points du territoire, pondérées par les contaminations de l'air, les interpolations se faisant sur un maillage de 10 km x 10 km asservi au réseau de pluviométrie. Ces évaluations sont représentées dans la figure 1. Cette cartographie des dépôts fait suite aux différentes cartes de contamination établies par le SCPRI les 7 mai, 15 mai et fin juin 1986, puis par l'IPSN en 1997. Ces cartes diffèrent par leur contenu informatif (valeurs mesurées, valeurs moyennes sur terrain agricoles, valeurs reconstituées à partir de mesures sur les aliments, valeurs calculées à partir d'hypothèses différentes de concentration atmosphérique et de mesures de pluviométrie,...), et ne sont donc pas strictement comparables.

La carte IRSN 2003 présente par construction une diminution d'Est en Ouest des activités de ¹³⁷Cs déposées, de moins de 1 000 Bq.m⁻² dans l'Ouest à plus de 20 000 Bq.m⁻² dans l'Est, soit, très schématiquement, un facteur 10 entre l'Est et l'Ouest. Sur cette carte, les zones présentant les dépôts les plus importants, supérieurs à 10 000 Bq.m⁻², sont celles où les hauteurs cumulées des pluies ont été supérieures à 20 mm. Les contreforts orientaux du Massif Central, qui ont reçu des précipitations supérieures à 10 mm durant la première semaine de mai 1986, s'y distinguent avec des dépôts en

césium compris entre 4 000 et 10 000 Bq.m⁻².

En Corse, c'est dans la plaine orientale de l'île, entre le 1^{er} et le 5 mai 1986, que les précipitations ont été les plus fortes, plus de 100 mm. Les dépôts de césium 137 ont pu atteindre 20 000 Bq.m⁻² dans la région de Solenzara et 50 000 Bq.m⁻² dans quelques zones particulières d'altitude.

Une des principales incertitudes sur les dépôts de césium est associée aux interpolations sur les précipitations. Il est possible qu'entre deux stations de Météo France, les hauteurs de pluies réelles aient été différentes de celles interpolées. Une interférence avec d'autres phénomènes d'accumulation des dépôts est également possible : impluvium naturel, pieds d'arbres ou de toitures, dépôts neigeux.

La carte avec les caractéristiques qui viennent d'être décrites a donc été finalement éditée en 2003.

La carte qui avait été publiée en 1998 par la Commission européenne, fondée sur les données transmises par l'OPRI en 1995, se révéla trop peu documentée. Les données répondant aux critères « *retombées sur le sol mesurées en activité césium 134 et 137 repérées par des coordonnées géographiques précises, longitude, latitude, altitude* » n'étaient qu'au nombre de 35, dont 2 points en Corse, à Ajaccio. La France apparaissait ainsi pratiquement exempte de toute retombée, avec un maillage de son territoire très lâche. La carte établie en 1997 par l'IPSN en utilisant le logiciel ASTRAL appliqué aux résultats des mesures sur les produits agricoles donne une représentation de la contamination moyenne des terres agricoles. Hormis certaines variations dans l'Est de la France par rapport aux valeurs de l'atlas européen, ces deux représentations ne sont pas fondamentalement contradictoires, mais elles sont toutes deux insuffisantes. Elles ont été profondément révisées par la suite. Le principal reproche fait aux premières modélisations concerne la non prise en compte explicite de l'entraînement de la radioactivité par la pluie, et donc une mauvaise estimation de dépôts par absence de référence précise à la pluviométrie et à la végétation forestière. Il en est résulté une violente contestation des cartes officielles successives des dépôts, avec une polémique entre institutions et organisations anti-nucléaires, et des controverses non encore closes entre experts, y compris au sein des institutions. L'incompréhension entre les différentes parties s'est affichée en public à Ajaccio en janvier 2002, et a été abondamment relayée par les médias. Il en a résulté la décision de deux Gouvernements successifs de confier au Professeur Aurengo une mission de clarification concernant la contamination du territoire. Le rapport final de la Commission mise en place à cette occasion reste à produire.

C'est précisément la connaissance de la pluviométrie de la première semaine de mai et la connaissance du terrain, notamment de certains reliefs, qui a guidé certaines associations comme la CRIIRAD vers des points singuliers de contamination élevée. Ainsi, la CRIIRAD a dénoncé la parution de l'atlas européen de 1998 et a publié le sien en 2002, avec en particulier un marquage pour l'essentiel plus important de l'Est de la France. Cependant, cet atlas de 2002 présente lui aussi des défauts, sous forme cette fois-ci d'excès. Ainsi, des valeurs ponctuelles de contamination repérées à la sonde sur des surfaces de quelques m² ont été attribuées à des zones de quelques km². Ainsi,

dans le Vercors, le village de Vassieux est repéré à plus de 35 000 Bq.m⁻² sur un territoire communal de plus de 50 km² alors que les vérifications ont montré que la contamination ne concernait qu'une dizaine de m².

En résumé, la carte des dépôts en césium, donnée dans la figure 1, résultat d'une modélisation faite à partir d'hypothèses sur les concentrations de radionucléides dans l'atmosphère et de la pluviométrie en différents points du territoire au cours de la première semaine de mai 1986, montre un net gradient Est-Ouest dont l'amplitude est encore sujette à des discussions entre experts. Si l'existence d'un gradient est admise par tous, les valeurs données dans la figure 1 sont considérées par certains comme trop élevées et en excès d'un facteur 5 environ sur les estimations faites en 1997 qu'ils jugent plus réalistes. Les valeurs prises en compte en mai et juin 1986 sont elles-mêmes un facteur 5 environ en dessous de celles modélisées en 1997. Ces facteurs, pour importants qu'ils soient pour les non-spécialistes, ne sont pas surprenants eu égard aux hypothèses retenues, aux sources d'incertitude liées à l'hétérogénéité des dépôts et à l'interprétation donnée aux cartes. De tels niveaux d'incertitude sont courants dans les évaluations environnementales. La principale critique de la carte de la figure 1 est liée à la corrélation « dépôt-pluie » établie dans une région (vallée du Rhône) et appliquée à l'ensemble du territoire. S'ajoute à cela une critique sur la simplification consistant à appliquer pour les calculs de dépôt une valeur unique de concentration radioactive dans l'air pour une longitude donnée (simple diminution exponentielle d'Est en Ouest), sans prendre en compte une probable diversité de concentrations entre le Nord et le Sud. Quoiqu'il en soit, l'intérêt de ces modèles est de contribuer à l'évaluation des ordres de grandeur des doses que les personnes sont susceptibles d'avoir reçues. Quels que soient les modèles, il est nécessaire d'admettre une fourchette de valeurs représentatives. Dans ces conditions, on peut considérer que la figure 1 (carte 2003) donne une borne supérieure de cette fourchette alors que la carte de 1997 correspondrait plutôt à une borne inférieure.

3.4 Cartographie des dépôts en iode

Les dépôts d'iode 131 ont été un ordre de grandeur plus élevés que les dépôts de césium 137. Ils ont été rapidement éliminés par décroissance radioactive, l'iode 131 ayant une période de 8 jours et l'iode 133 une période de 21 heures, alors que celle du césium 137 est de 30 ans (ce qui a permis d'en mesurer les dépôts pendant plusieurs années après l'accident, tout en sachant, compte tenu de la variabilité de leur comportement dans les sols, qu'ils ne peuvent traduire fidèlement la valeur des dépôts initiaux).

Une cartographie des dépôts en iode, pour être envisagée, ne peut reposer que sur les mesures initiales effectuées début mai 1986, ou être corrélée aux cartes de dépôt en césium. Les mesures initiales sont en trop faible nombre pour permettre une cartographie satisfaisante par extrapolation sur l'ensemble du territoire. D'un autre côté, si les cartes des dépôts en césium, avec les incertitudes que l'on connaît, permettent d'orienter la connaissance sur les dépôts et les contaminations en iode, elles ne permettent pas d'en avoir une connaissance parfaitement étayée. Il a par exemple été constaté

*« Point sur les conséquences sanitaires de l'accident de Tchernobyl – septembre 2005 »
avis de Bernard Bigot, Haut-Commissaire à l'énergie atomique*

dans les régions proches de Tchernobyl que le rapport des activités en iode et césium déposés variait avec l'importance des pluies.

Il faut donc admettre qu'une cartographie fiable des dépôts en iode au cours des premiers jours et semaines de mai 1986 ne nous est plus accessible.

4 -EVALUATION DOSIMETRIQUE

En 1986, les premières estimations de doses de radioactivité consécutives à l'accident pouvant avoir été reçues par la population française se sont chiffrées en mSv pour la thyroïde et en dizaines de μ Sv pour l'organisme. Pour ce qui est de la dose à la thyroïde, celle-ci provient de l'absorption de l'iode radioactif par voie alimentaire. Le débit de dose varie très rapidement dans le temps en raison de la courte période de l'iode 131 (division par 8 en 3 semaines et par 4 000 en trois mois).

Il faut distinguer la dose à la thyroïde qui résulte de l'iode radioactif, et la dose à l'organisme due au césium par son irradiation externe et par son incorporation. La réglementation conduit à parler également de dose efficace, notion inappropriée dans la présente évaluation sanitaire. En effet cette notion utilise un facteur de pondération (0,05) à la dose reçue par la thyroïde qui n'est pas adapté pour obtenir l'appréciation du risque de cancer thyroïdien, notamment chez l'enfant. Dans sa communication, la France utilise cette notion réglementaire, contrairement aux organismes internationaux qui l'ont édictée, mais qui, eux-mêmes, de fait, ne l'appliquent pas³. La limite de dose n'est pas une frontière entre une dose sans risque d'impact sanitaire et une dose à impact assuré. C'est une valeur réglementaire de gestion en radioprotection en situation normale qui, lorsqu'elle est franchie, invite à une vigilance renforcée. La limite de dose à l'organisme était en 1986 de 5 mSv/an pour le public et de 50 mSv/an pour les travailleurs. En 1996, ces valeurs sont respectivement passées à 1 mSv/an et 20 mSv/an. Pour la dose à la glande thyroïde, la limite pour le public était de 50 mSv/an en 1986. Elle a été ramenée à 20 mSv/an en 1996.

En juillet et décembre 1986, en réponse à une question du Dr Fauconnier, médecin généraliste en Corse, l'IPSN indiquait la possibilité d'une dose de 90 mSv à la thyroïde pour des enfants vivant dans les zones les plus contaminées de l'île, sur la base d'une consommation de 1 litre de lait frais de chèvre ou de brebis par jour, présentant une contamination en iode 131 égale à celle d'une mesure particulière de lait de chèvre effectuée le 12 mai 1986, soit 4 000 Bq.l⁻¹. Il faut préciser que la mesure effectuée début juillet 1986, sur un enfant supposé avoir une telle consommation, n'a pas confirmé ces calculs, et a conduit à estimer la dose à sa thyroïde à une vingtaine de mSv. En septembre 1986, la France représentée par l'IPSN communiquait à l'AEN l'estimation des doses par région administrative. Pour les personnes vivant dans l'Est de la France, les doses efficaces étaient évaluées

³ Par exemple, le CSSIN, en sa réunion du 16 décembre 1997 indique : « en 1986, la dose efficace engagée moyenne pour un individu résidant dans l'Est de la France a été estimée entre 0,1 et 0,4 mSv (l'iode compte pour 20 % à 25 % du total)... La dose efficace engagée individuelle de mai 1986 à aujourd'hui est estimée entre 0,3 et 1,2 mSv dans l'Est de la France

à 50 μSv pour l'adulte, 90 μSv pour l'enfant et 200 μSv pour le nourrisson.

En 1997, à partir des concentrations en iode 131 mesurées dans les produits agricoles dans les jours et semaines qui ont suivi l'accident, des estimations de dose à la thyroïde ont de nouveau été faites par l'IPSN. Elles ont été calculées par le logiciel ASTRAL, sur la base d'une consommation de produits frais locaux, notamment le lait, et les fruits et légumes. Dans un rapport commun à l'IPSN et à l'IVS, les valeurs mentionnées pour des enfants âgés de 3 mois, 1 an, 5 ans et 10 ans en 1986 et qui résidaient dans l'Est de la France, sont respectivement 2 mSv, 10 mSv, 6 mSv et 3 mSv. Ces résultats sont du même ordre de grandeur que ceux calculés en mai 1986. Ce rapport indiquait aussi des doses cumulées pouvant atteindre 200 mSv en cas de consommation importante de lait frais de chèvre ou de brebis et possédant le plus haut taux de contamination radioactive envisagé.

En janvier 2002, selon un rapport publié par l'IPSN sur les conséquences des retombées de l'accident de Tchernobyl en Corse, et pour la majorité des enfants présents en Corse entre mai et juin 1986, les doses délivrées à la thyroïde n'ont pas du dépasser la dose moyenne des enfants de l'Est de la France, soit moins de 10 mSv. Traduites en dose efficace, ces estimations sont compatibles à un facteur 2 ou 3 près avec les valeurs annoncées en septembre 1986 et transmises à l'AEN. Des doses plus élevées ont pu être reçues en cas de consommation autarcique de produits frais provenant de zones comme la plaine orientale, ou d'alimentation principalement à base de lait frais de chèvre ou de brebis. Ces caractéristiques particulières sont compatibles avec des doses à la thyroïde pouvant dépasser 50 mSv et exceptionnellement atteindre 150 mSv, soit un ordre de grandeur au dessus des premières estimations consécutives à l'accident.

Afin de mesurer l'impact réel des retombées radioactives sur la France, certains services de médecine du travail ou de médecine nucléaire ont pratiqué des mesures sur leurs patients ou sur leur propre personnel. Les établissements du CEA, mais aussi de COGEMA et d'EDF, ont effectué de très nombreux examens, de même notamment que l'IGR, La Salpêtrière, le SPRA. Le SCPRI a également contrôlé des individus, soit à leur demande, soit lors de campagnes dans différentes régions françaises.

Les graphiques des figures 2 et 3 résument le suivi de la contamination de certains personnels du site du Tricastin, situé dans une région où les dépôts de césium 137 se chiffraient en milliers de $\text{Bq}\cdot\text{m}^{-2}$, et de certains personnels de La Hague, situé dans une région dix fois moins contaminée.

L'examen de ces deux groupes conduit aux conclusions suivantes :

- il n'y a pas de réelle différence entre les niveaux de contamination des deux groupes de population. Ceci résulte probablement du fait que la consommation alimentaire n'est pas limitée aux produits locaux et qu'un mixage se fait par les circuits d'approvisionnement et de distribution ;
- les contaminations directement mesurées sur les personnes sont inférieures ou égales à 1 000 Bq

(actuellement, la dose efficace engagée annuellement est d'environ 10 à 15 μSv). » Au contraire, l'UNSCEAR, l'AIEA ou l'OMS, « Point sur les conséquences sanitaires de l'accident de Tchernobyl – septembre 2005 » avis de Bernard Bigot, Haut-Commissaire à l'énergie atomique

de césium 137, ce qui se traduit par une dose à l'organisme d'environ 50 μSv ; cette valeur peu différenciée entre les régions est globalement compatible avec les valeurs maximales et minimales des estimations de dose qui ont été faites à partir des données de la cartographie (voir figures 2 et 3) ;

- cette compatibilité doit se comprendre en ordre de grandeur et il n'est donc pas possible de faire des correspondances simples par proportionnalité entre les dépôts en césium et les doses ; pour calculer ces dernières, il faut prendre en compte, outre les incertitudes sur les cartes, des scénarios réalistes d'exposition et de consommation alimentaire ; ce qui est vrai pour le césium, l'est a fortiori encore plus dans la correspondance entre les dépôts de césium et les doses à la thyroïde dues à l'iode radioactif.

En conclusion, les retombées de l'accident de Tchernobyl en France ont entraîné des doses faibles à très faibles pour la population⁴ (tableau I). Pour que l'interprétation soit correcte, il faut tenir compte du fait qu'on ne peut pas superposer de façon directe et automatique les cartes des dépôts radioactifs avec la carte des doses reçues. Le lessivage de la végétation et des sols par la pluie, le métabolisme végétal, les habitudes alimentaires et la circulation commerciale des denrées expliquent ce constat. Des circonstances particulières ont pu entraîner localement des contaminations plus élevées que celles figurant dans le tableau, en particulier dans certains produits animaux (gibiers, lait de chèvre...) ou produits de cueillette (champignons...). Il convient dans ces cas d'être particulièrement vigilant sur le réalisme des scénarios de passage aux doses, notamment la vraisemblance des quantités consommées, avant de tirer des conclusions sur les risques encourus.

5 -CONSEQUENCES SANITAIRES LOCALES A PROXIMITE DE TCHERNOBYL

L'impact le plus fort de l'accident concerne la Biélorussie, la Russie et l'Ukraine, pays les plus proches de la source radioactive. Le marquage du sol par le césium 137 est très hétérogène. Dans un rayon de 200 km autour de Tchernobyl, les régions les plus touchées sont à l'Ouest, au Nord et au Nord-Est, avec des zones dépassant 500 000 Bq.m^{-2} . L'UNSCEAR définit comme « contaminées » les zones dépassant 37 000 Bq.m^{-2} . Le dépôt en iode 131, à présent disparu par décroissance radioactive, fut 5 à 60 fois supérieur, sans qu'on puisse être désormais plus précis sur la valeur de ce facteur, puisqu'il n'en reste pas de trace.

Les populations des régions contaminées sont de 1 880 000 personnes pour la Biélorussie, 1 980 000 personnes pour la Russie et 1 300 000 pour l'Ukraine, soit un total de 5,2 millions de personnes. Compte tenu de l'importance de la contamination, plus de 100 000 personnes furent évacuées en 1986, puis encore 200 000 autres durent déménager après 1986. Une zone d'exclusion d'un rayon de 30 km existe toujours autour du réacteur accidenté. Pendant les dix années suivant l'accident, environ 1% de la population générale des zones contaminées, hors intervenants sur le site, a reçu une dose globale à l'organisme dépassant 50 mSv, c'est-à-dire dix fois supérieure à la limite de dose de 5 mSv

⁴ Le domaine des faibles doses s'étend de 0 mSv jusqu'à 100 mSv. Ce domaine fait l'objet de nombreuses études pour tenter d'identifier la relation dose-effet qui le caractérise.

« Point sur les conséquences sanitaires de l'accident de Tchernobyl – septembre 2005 »
avis de Bernard Bigot, Haut-Commissaire à l'énergie atomique

par an applicable au public. Les doses à la thyroïde sont dues principalement à l'iode 131. Compte tenu de la période radioactive de 8 jours, elles ont été reçues au cours des toutes premières semaines. Elles dépassent 1 Sv chez 25% des enfants qui vivaient dans les zones les plus contaminées, allant jusqu'à 50 Sv pour les plus exposés, soit respectivement 20 fois et 1 000 fois la limite de dose à la thyroïde. Les iodures à vie courte peuvent majorer ces doses d'environ 30%. Lorsqu'elles sont données, les doses moyennes n'ont de signification sanitaire que pour des groupes réduits ayant une distribution relativement homogène de valeurs ; elles n'ont pas de sens pour les populations globales.

L'impact sanitaire sur la population générale, c'est-à-dire hors intervenants sur le site du réacteur, se résume à un excès indiscutable de cancers de la thyroïde dans la sous-population qui était enfant au moment de l'accident et qui se trouvait dans les régions fortement contaminées, délimitées par le rayon de 200 km. Par contre, on n'observe pas jusqu'à présent d'augmentation des cancers thyroïdiens chez les personnes qui étaient adultes au moment de l'accident. Pour ce qui concerne les autres cancers, les leucémies et la mortalité en général, rien de particulier n'a pour le moment été mis en évidence.

Selon l'UNSCEAR et l'OMS, il n'y a plus de doute sur la relation causale entre l'exposition à l'iode radioactif rejeté hors du réacteur et l'augmentation de l'incidence des cancers thyroïdiens. L'excès a été quantifié à partir de plusieurs études épidémiologiques et serait de $2 \cdot 10^{-4}$ cas par personne x année et par Sv. Ceci signifie que l'irradiation de la thyroïde d'enfants par une dose de 10 mSv induirait une incidence excédentaire de 2 cas par million et par an. Ce facteur de risque est inférieur de 30% à 50% au risque associé à une irradiation externe, à dose égale, par des rayonnements X et γ . En plus des quantités incorporées, les conséquences d'une contamination par l'iode radioactif dépendent également du métabolisme de l'iode. Ainsi, la déficience en apport d'iode dans l'alimentation a eu un effet nuisible dans certaines des régions contaminées. C'est un facteur déterminant qui peut aller jusqu'à doubler le risque à cause d'une absorption anormalement élevée d'iode radioactif par la thyroïde et d'une cinétique rapide des cycles cellulaires. Il n'y a pour le moment aucune inflexion dans l'augmentation du nombre de cancers thyroïdiens. Ils continuent à apparaître de façon significativement excédentaire et l'on en est à 4 000 cas imputables à l'accident et précisément recensés, chiffre à rapprocher des 1 800 cas identifiés sur la période 1990-1998. Le cancer thyroïdien a été mortel dans seulement 9 cas à ce jour, mais même circonscrit, il demeure en général lourdement handicapant. On note une nette différence selon le sexe, les individus de sexe féminin étant trois fois plus touchés que ceux de sexe masculin. Les tumeurs apparues précocement correspondent à une variété particulière de cancer papillaire de mauvais pronostic, avec une probabilité supérieure à celle observée spontanément.

6 -EPIDEMIOLOGIE ET CONSEQUENCES SANITAIRES EN FRANCE

Etant donné que les doses globales à l'organisme hors thyroïde sont au moins dix fois inférieures à celles reçues par la thyroïde et que dans les zones proches de Tchernobyl seule la thyroïde constitue un problème sanitaire identifié, la seule conséquence à discuter en France est le risque d'atteinte

*« Point sur les conséquences sanitaires de l'accident de Tchernobyl – septembre 2005 »
avis de Bernard Bigot, Haut-Commissaire à l'énergie atomique*

thyroïdienne des personnes qui étaient enfants en 1986. Rappelons que l'incidence annuelle dite spontanée du cancer thyroïdien est de 1 à 2 cas par million chez l'enfant, soit en moyenne une trentaine de cas par an en France, et de 30 à 60 cas par million chez l'adulte, soit en moyenne 2 500 cas par an en France.

Concernant le risque résultant de Tchernobyl, on se trouve aujourd'hui face à un constat purement statistique. La relation linéaire entre dose et risque de survenue de cancer est reconnue par les épidémiologistes au plan international comme une hypothèse acceptable pour la thyroïde. Mais les études concernées portent sur des domaines de doses 10 à 1 000 fois supérieures aux doses post-Tchernobyl en France. Pour des doses inférieures, la relation dose-effet peut aussi bien avoir un seuil qu'être le prolongement de la relation linéaire, avec absence de seuil. La notion de seuil est en réalité de nature statistique (seuil apparent), ceci signifiant qu'en dessous d'une dose suffisamment faible on ne voit pas d'augmentation du risque cancéreux radio-induit par rapport aux fluctuations statistiques du risque spontané. Le seuil vrai ou seuil biologique serait l'absence démontrée et identifiable de la mise en route d'un processus cancéreux au sein d'un tissu irradié. Malgré les progrès de la biologie moléculaire, une telle certitude n'est pas actuellement accessible. En admettant un seuil apparent à une centaine de mSv, l'excès de cancers prévisibles en France serait nul. Cependant, l'OMS considère que la relation linéaire sans seuil est en accord avec l'ensemble des données disponibles sur le cancer thyroïdien et, à l'heure actuelle, cette relation est généralement utilisée pour les extrapolations de risque aux faibles doses. Ainsi, selon cette hypothèse, on est conduit au fait que toute dose a une certaine probabilité d'induire un cancer. Sur la base de cette hypothèse, l'IVS a fait une évaluation théorique du nombre de cas excédentaires dans la population la plus exposée à l'Est de la France. A partir de trois modèles épidémiologiques reconnus comme pertinents par l'IVS, on arrive, pour les résultats enveloppes, à un excès calculé dans la population qui était « enfant » en 1986 (2,27 millions de personnes), sur 25 ans (1991-2015), de 2 à 176 cas comparés à 899 ± 60 cas spontanés attendus, soit une augmentation d'incidence de 0,2 % à 20 % des cancers de la thyroïde dans cette population. L'incertitude sur les cas excédentaires prévisibles est donc importante ; elle n'est pas réductible parce qu'elle est liée à l'outil statistique lui-même dont la puissance est intrinsèquement limitée. La valeur centrale va de 7 à 55 cas radio-induits selon le modèle. On notera la difficulté qu'a l'épidémiologie de fournir une évaluation suffisamment précise pour être interprétable d'un point de vue pratique. En contre point de ces incertitudes larges, il est important de savoir que, jusqu'en 1999, dernière date complète disponible à ce jour, aucun des registres de cancers, y compris celui de PACA-Corse, n'a montré d'augmentation particulière de l'incidence des cancers thyroïdiens. Cependant, compte tenu des faibles doses concernant la France, il est possible que le temps de latence atteigne quelques dizaines d'années. En somme, si un excès est théoriquement possible, et sous réserve que la poursuite du bilan des registres continue à montrer des valeurs homogènes avec ce qui a été observé jusqu'ici à l'échelle nationale et internationale, cet éventuel excès n'est pas discernable de l'incertitude statistique associée au nombre de cancers de la thyroïde dits spontanés.

Cette conclusion reste à confirmer dans les années à venir au fur et à mesure du vieillissement de la population concernée. La consolidation des résultats est fortement liée aux progrès, jugés

*« Point sur les conséquences sanitaires de l'accident de Tchernobyl – septembre 2005 »
avis de Bernard Bigot, Haut-Commissaire à l'énergie atomique*

nécessaires par l'IVS, de la qualité et du volume des informations recueillies dans les registres du cancer. Les registres se sont implantés progressivement sur le territoire national depuis les années 1975, sur des initiatives locales. Depuis 1986, le Comité national des registres, placé sous la double présidence du DG de l'IVS et du DG de l'INSERM, encadre la création et le fonctionnement des registres. En 2002, le territoire français est couvert par 21 registres qualifiés : 10 registres généraux en métropole correspondant à 13% de la population, 3 registres généraux dans les DOM-TOM, et 8 registres spécialisés dont celui de Marne-Ardenne pour les cancers thyroïdiens et un registre national pour les tumeurs solides de l'enfant. Ce dernier a été développé à partir des 5 registres régionaux des cancers de l'enfant : Lorraine, PACA-Corse, Bretagne, Auvergne-Limousin, Rhône-Alpes.

Depuis 1975, voire même avant, donc bien avant Tchernobyl, l'incidence des cancers de la thyroïde diagnostiqués augmente régulièrement dans la population française. Tout en restant modeste, elle a été globalement multipliée par trois en 20 ans, les femmes étant elles-mêmes trois fois plus touchées que les hommes (fig. 4). On sait, de longue date, que des petits foyers de cancer thyroïdien sont présents à l'autopsie chez 5% à 30% des sujets décédés pour de tout autres raisons. C'est pourquoi une amélioration du diagnostic est citée comme cause vraisemblable participant à l'augmentation observée. On ne peut pour autant exclure qu'une partie de cette augmentation puisse être liée à l'accident de Tchernobyl.

Plusieurs arguments supplémentaires sont cependant cités à l'encontre d'une hypothèse attribuant cette augmentation à une exposition post-Tchernobyl. Une augmentation est présente dans tous les pays du monde, et notamment aux Etats-Unis et au Canada, il n'y aurait pas de modification visible du rythme de la progression depuis 1986, l'accroissement n'est pas préférentiellement observé chez les enfants et les adolescents, et enfin, il n'y a pas de gradient superposable au gradient Est-Ouest de l'exposition, tel que la répartition observée en césium aurait pu le laisser pressentir. Toutefois, aucun de ces arguments ne permet de trancher définitivement, puisque ne connaissant pas la cause des cancers de la thyroïde dits spontanés, il n'est pas possible de donner une règle sur la courbe d'évolution à attendre dans chaque pays et sur la fraction qui pourrait avoir un lien avec l'accident de Tchernobyl. En outre, dans les régions proches de Tchernobyl, il n'est pas observé de corrélation entre les doses à la thyroïde et les dépôts de césium, pour des raisons compréhensibles ainsi que nous l'avons vu.

7 -RADIOBIOLOGIE

La solution du problème relatif à la radio-induction de cancers thyroïdiens reposerait idéalement sur la démonstration d'une signature de l'irradiation par des méthodes de biologie moléculaire. Les travaux faits au CEA sur le transcriptome des cellules thyroïdiennes ont beaucoup progressé et il a été montré que l'approche biomoléculaire était parfaitement réaliste, dans un avenir proche, pour des doses très élevées. Dans le cas de thyroïdes irradiées en radiothérapie, donc à forte dose, des résultats

préliminaires montrent en effet qu'on peut distinguer des variétés histologiques de cancer et diagnostiquer leur origine « spontanée » ou radio-induite à l'aide de profils d'expression génétique. Ces résultats doivent encore être confirmés. Par contre, leur transposition aux faibles doses suppose une analyse approfondie de faisabilité. Ce sera une étape critique et probablement très difficile puisque, comme en épidémiologie, divers facteurs autres que l'irradiation peuvent interférer de manière prééminente dans l'expression génétique. En l'état actuel des connaissances, la biologie moléculaire ne peut donc pas, dès maintenant, être proposée comme moyen de discrimination fiable entre tumeurs dites spontanées et tumeurs radio-induites. L'étude du génome des cancers thyroïdiens de l'enfant des zones proches de Tchernobyl avait semblé à un moment révéler une signature spécifique. Une association avait été faite entre l'exposition et l'apparition de cancers papillaires, précoces et de mauvais pronostic, caractérisés par une activation du proto-oncogène RET. En réalité, d'après l'UNSCEAR et l'OMS, des études plus complètes montrent qu'il n'y a pas de distinction claire entre les cancers dits spontanés et ceux que l'on observe à Tchernobyl. Cette absence de distinction concerne aussi bien le type de tumeur que les mutations oncogéniques. Environ 90% des cancers sont des carcinomes papillaires et, de même que dans les cas dits spontanés, des mutations d'autres proto-oncogènes que RET sont également en cause.

8-POINTS DE REFERENCE ET DE COMPARAISON : LIMITES REGLEMENTAIRES ET IRRADIATION NATURELLE

Dès le 6 mai, la Commission européenne recommandait des valeurs maximales de radioactivité pour les produits agricoles. Ces niveaux de contamination ont été dépassés ici où là en France, ainsi que le montrent certaines mesures faites en 1986. Des contestations ont dès lors porté sur ces mesures de radioactivité de produits agricoles, sans aller plus avant dans l'estimation des doses résultant de leur consommation. Or il faut aussi évaluer les doses lorsque l'on veut parler de risque sanitaire. Les milliers de mesures pratiquées en France dans les mois qui ont suivi l'accident ont permis d'estimer des doses qui étaient dans les limites imposées par les réglementations européenne et française. L'évaluation du risque dû à la contamination des denrées alimentaires, uniquement par référence à des niveaux de radioactivité établis pour l'autorisation à la vente commerciale, n'est en effet pas appropriée. Ces niveaux sont basés sur des consommations permanentes, et ne sont pas des limites au sens toxique ou sanitaire. Un dépassement de niveau n'entraîne pas automatiquement un dépassement de limite de dose, ni automatiquement un effet pathologique.

Une concentration de radioactivité mesurée à un moment donné n'a d'interprétation sanitaire possible qu'associée, soit à une durée d'exposition dans l'air (pour l'inhalation) ou au niveau du sol (pour l'irradiation externe), soit à une quantité ingérée d'aliments (pour l'ingestion). Il est obligatoire de connaître le produit « concentration x temps d'exposition » ou « concentration x quantité ingérée ». C'est de là que viennent certaines images consistant à dire qu'il aurait fallu manger des tonnes de certaines denrées contaminées pour arriver aux limites de dose. C'est précisément en se limitant aux concentrations de radioactivité, sans poursuivre le raisonnement jusqu'aux doses et aux effets

statistiques attendus, qu'on peut facilement induire en erreur les personnes non familières avec ces évaluations de risque. L'erreur ainsi commise est la principale source de désinformation, et le fait de multiplier les mesures ne permet pas de compenser leur exploitation abusive. A titre d'exemple pour le césium, la concentration de radioactivité dans l'air a été de quelques Bq.m⁻³ pendant quelques jours début mai 1986. En la comparant à la radioactivité naturelle qui est inférieure à $\beta\gamma$ 1 mBq.m⁻³ et à la concentration de césium 137 qui aurait permis d'atteindre la limite annuelle de dose par inhalation pour le public, soit 10 000 Bq. m⁻³, on constate que les écarts en ordre de grandeur entre ces valeurs sont énormes alors qu'aucune d'elle n'est associée à un risque sanitaire.

La comparaison avec l'irradiation naturelle est couramment pratiquée, mais elle n'est pas démontrée et sans doute n'est-elle pas fondée. D'ailleurs, la dose due à l'irradiation naturelle n'est pas une valeur universelle qui pourrait à ce titre constituer une référence absolue. Elle dépend du relief et de la nature géologique du sol. En France, son niveau moyen est à 2 mSv par an, avec une amplitude de variation d'un facteur 3 autour de cette moyenne.

L'exemple de l'irradiation thyroïdienne par l'iode 131, spécifique et limitée à la glande qui concentre tout l'iode de l'organisme, illustre bien la difficulté de la comparaison. Il n'est en effet pas possible de rapprocher, sans précaution, la dose délivrée par l'iode radioactif avec une dose d'origine naturelle parce que les distributions spatiale et temporelle de ces doses sont très différentes et que la transmutation de l'iode en xénon, qui perturbe la chaîne métabolique, n'existe pas naturellement et n'est pas prise en compte dans la dose. Dans ce cas, il est préférable de faire référence aux études de risque portant sur des expositions physiquement plus proches et de définir des limites de dose, issues de ces études, en dessous desquelles le risque serait considéré comme suffisamment faible pour être acceptable. Les études épidémiologiques sur le cancer thyroïdien radio-induit ont d'ailleurs montré, qu'à dose égale, l'iode radioactif pouvait être jusqu'à 30% à 50% moins nocif qu'une irradiation externe par des rayons X ou γ . Toutefois, la limite de dose à la thyroïde a été abaissée à 20 mSv par an alors qu'elle était de 50 mSv par an en 1986.

En ce qui concerne les doses globales à l'organisme assez uniformément réparties dans le corps, comme celles dues à une irradiation externe ou à une contamination par le césium 137, on peut admettre une comparaison, en ordre de grandeur, avec l'irradiation $\beta\gamma$ naturelle. Compte tenu du fait que la dose globale à l'organisme évaluée suite aux retombées de Tchernobyl jusqu'aujourd'hui représente moins de 1 % de l'irradiation naturelle, on peut accorder un certain crédit à cette comparaison malgré la simplification biophysique sous-jacente. Le pourcentage de dose ajoutée est tellement petit qu'il est possible de considérer l'exposition post-Tchernobyl en France comme indétectable en ce qui concerne d'éventuelles conséquences sanitaires. Ce constat est à rapprocher de celui fait à proximité de Tchernobyl où, à l'exception de la thyroïde, on n'observe pas à ce jour d'effet clairement identifiable dans la population générale, hors les personnels qui sont intervenus sur le réacteur.

9 -GESTION DE LA CRISE

Les mesures initiales, puis les milliers de mesures faites ultérieurement par l'OPRI, l'IRSN et le CEA, toutes permettaient de conclure que les doses seraient inférieures aux limites annuelles de dose légalement admises pour le public. En conséquence de quoi l'information officielle en vigueur dans les semaines qui ont suivi l'accident, largement documentée par une diffusion des données précises recueillies, était : « *Aucun danger sanitaire, ni pour les adultes, ni pour les enfants. Aucune contre-mesure sanitaire n'est justifiée* »⁵. De ce point de vue, les critiques formulées à l'encontre de l'information diffusées et des dispositions prises sont infondées. Cependant déjà à l'époque, le principe d'optimisation en matière de radioprotection avait une existence réglementaire (article 6 du décret de 1966 définissant les principes de radioprotection) : dans le respect des limites de dose, l'objectif est de réduire les expositions à un niveau aussi bas que raisonnablement possible, et l'on peut a posteriori, en vertu de ce principe, se demander si des mesures complémentaires de celles prises étaient envisageables.

Le SCPRI, en liaison avec les autorités ministérielles, a décidé que l'optimum était atteint et qu'il n'y avait pas de raison de prendre de dispositions particulières. C'était leur responsabilité et ils l'ont assumée. Le problème des doses qui auraient pu être évitées est donc la seule question résiduelle aujourd'hui. Les moyens d'éviter certaines doses étaient-ils faciles à mettre en œuvre ? En théorie oui, puisqu'il aurait fallu, sur une période limitée, recommander de ne pas consommer de lait frais (déviation du lait contaminé vers des formes consommables après décroissance radioactive, par exemple fromages et lait stérilisé ou en poudre), de bien laver les légumes et fruits frais, d'éviter les activités intenses de plein-air et de limiter le pâturage du bétail. Si ces moyens n'ont pas été utilisés, c'est sans doute parce que le bénéfice dosimétrique et donc sanitaire avait été jugé trop faible devant le risque d'amplification des craintes et la possibilité de conséquences économiques difficilement cernables. On peut considérer que cette décision fut globalement raisonnable compte tenu du fait qu'il n'y a pas à ce jour d'anomalie imputable avec certitude à l'accident de Tchernobyl dans les incidences de cancer thyroïdien comptabilisées en France. Cependant, sur la base de la relation linéaire sans seuil appliquée aux doses non évitées, un nombre théorique de cas dus à Tchernobyl peut être évalué ainsi que nous l'avons vu. Bien que ce nombre soit difficilement discernable au sein des fluctuations spontanées (estimation comprise entre 2 et 176 cas parmi 899 ± 60 cas dits spontanés sur 25 ans), il constitue un point d'incertitude quant aux conséquences réelles de l'accident. Ce point est inhérent à l'approche de la radioprotection qui est fondée, comme la plupart des systèmes de protection dans d'autres domaines, sur la réduction du risque et non sur son absence totale et permanente. De fait, cette dernière option est en général impossible. Il n'existe aucune activité humaine, dans aucun domaine, qu'on puisse encadrer par des limites d'exposition aux nuisances telles que les conséquences seraient systématiquement et strictement nulles. C'est exactement cette question qui se trouve transposée ici au domaine des très faibles doses de rayonnement.

Très objectivement, l'incertitude qui subsiste porte, dans le cas le plus défavorable envisagé, sur une centaine de cas de cancers de la thyroïde sur 25 ans (estimation IVS : entre 2 et 176 cas entre 1990 et 2015). Elle est à replacer dans un constat sanitaire global qui montre, à ce jour, l'absence de conséquences sanitaires détectables devant les fluctuations statistiques des données épidémiologiques et l'évolution dite « spontanée » du nombre de cancers de la thyroïde diagnostiqués. Ces données conduisent donc à considérer que, dans le contexte des connaissances de l'époque et des circonstances de l'accident, la gestion de la crise en France en 1986 peut être considérée comme proportionnée. Au vu de l'analyse actuelle, il est possible d'admettre que des mesures palliatives pour certains groupes plus exposés, dont le nombre total des membres doit être très restreint, étaient théoriquement possibles pour réduire encore l'incertitude quant à la réalité d'absence d'impact sanitaire. A priori, dans l'urgence de la situation, seule la généralisation des mesures était envisageable. Celles-ci auraient sans doute eu un impact psychologique, social et économique négatif pour l'ensemble de la population qu'il est difficile d'évaluer, même vingt ans après. Seul le débat politique à l'époque aurait pu déterminer s'il était justifié de prendre ce risque au regard du bénéfice attendu, actuellement estimé par une fourchette allant de rien à une réduction de sept cas par an de cancers thyroïdiens, en moyenne au cours des quinze années 1991 – 2005, pour les personnes qui étaient enfants en 1986 et habitaient l'Est de la France. Rappelons que l'incidence dite spontanée pour la population française globale, tous âges confondus, est d'environ 2 500 cas par an, avec une occurrence qui ne concerne pratiquement que les adultes.

De son côté, l'AEN, faisant une analyse des mesures prises par les différents pays au moment de la catastrophe, estime a posteriori que *« La gravité et l'étendue des conséquences de la catastrophe de Tchernobyl ont surpris toutes les autorités nationales, sans exception. Aucune préparation à la réponse à de tels accidents n'avait jamais été imaginée, et bien que certains pays aient pu appliquer certaines mesures de précaution préparées selon des critères d'intervention en cas d'accident potentiel, aucune n'est apparue, a posteriori, réellement efficace ni appropriée à ces circonstances. Il n'y avait aucun précédent, aucune expérience antérieure de cette ampleur susceptible de guider les décisions »*.

Il faut ajouter que pendant les premiers jours qui ont suivi l'accident lui-même, pratiquement aucune information n'était disponible de la part des autorités soviétiques. *« De ce fait, [toujours selon l'AEN], ce qui caractérise les attitudes de la plupart des pays d'Europe, face à cet accident, est le désordre, fait de réactions improvisées, dictées par la prudence, et souvent mal coordonnées à l'intérieur d'un même pays : ainsi, en Belgique et en Allemagne, les mesures de précaution varient d'une région à l'autre, sans que la situation locale n'explique ces variations »*. Les contre-mesures n'ont pas été encadrées par des recommandations précises des organisations internationales, et leur variété illustre l'absence d'idée directrice : certains pays comme la France, l'Espagne, le Portugal, le Royaume-Uni, ou le Danemark, se sont abstenus de toute précaution, se limitant à une intensification des prélèvements, à des dosages dans l'environnement, et à des communiqués de presse rassurants,

⁵ Communiqués de presse du SCPRI en mai-juin 1986

« Point sur les conséquences sanitaires de l'accident de Tchernobyl – septembre 2005 »
avis de Bernard Bigot, Haut-Commissaire à l'énergie atomique

tandis que d'autres pays imposaient des restrictions. Celles-ci ne témoignent pas d'une grande cohérence, même si elles traduisent un véritable souci de précaution : en Suisse : recommandation de certaines restrictions de consommation dans quelques cantons, mais sans interdire la commercialisation ; aux Pays-Bas et dans certains Länder d'Allemagne : retour à l'étable des troupeaux, restrictions sur la consommation de lait ; dans le Nord de l'Italie : interdiction de consommation de légumes à feuilles ; au Luxembourg : interdiction de consommation d'eau de pluie ; en Suède : interdiction aux enfants de jouer dans les bacs à sable. Plus à l'Est, la Pologne faisait distribuer des comprimés d'iode à des millions d'enfants.

Ces contre-mesures ont été discutées dans des cadres multilatéraux : plusieurs réunions à Bruxelles, à Copenhague, à Genève, à Vienne, témoignent des échanges internationaux sur le sujet. C'est donc en toute connaissance de cause que la France n'a pas pris de contre-mesures. Là où elles ont été appliquées, ce fut pendant des périodes variables, de sorte qu'il est difficile de reconstituer a posteriori un comportement logique modèle, dont il conviendrait aujourd'hui de s'inspirer, ou qui aurait conduit à éviter des risques de manière patente.

10-COMMUNICATION

La divergence entre le point de vue des Autorités françaises, des organisations gouvernementales et des organismes scientifiques et d'expertise, et celui de certaines organisations non gouvernementales et d'associations anti-nucléaires, a très rapidement démarré et n'a fait que s'amplifier comme le montre le déroulement chronologique initial des informations et des échanges sur l'interprétation des faits (les interventions des premières semaines après l'accident sont rappelées en annexe). On remarque facilement le risque d'information incomplète qu'il y a à s'arrêter à certaines mesures de radioactivité, sans poursuivre le raisonnement jusqu'aux doses estimées conformément à des scénarios vraisemblables d'exposition, et jusqu'aux effets statistiques attachés à ces doses. Une confusion est ainsi, volontairement ou non, créée entre niveaux de référence et limites. Dès lors, certains ont pu utiliser à tort la comparaison directe des résultats de mesure avec les niveaux de référence pour évaluer les conséquences sanitaires réelles.

Au-delà de juin 1986, donc depuis maintenant presque vingt ans, la situation ne s'est pas réellement stabilisée. Certaines approximations ou simplifications des bilans de mesure continuent à être qualifiées de dissimulation ou de mensonge, alors que traduites en doses réellement subies, elles ne modifient pas de manière importante l'appréciation du risque qui avait été présentée en 1986. La mise au premier plan de valeurs extrêmes de radioactivité, ponctuelles et rares, participe à la confusion sur l'appréciation objective des conséquences de l'accident au niveau de notre pays. Des conflits entre experts et entre organismes ou institutions se sont entre-temps développés, si bien qu'il est vain de tenter de recréer des Comités qui pourraient donner un avis neutre et définitif, d'autant que personne ne veut revenir explicitement sur certains résultats ou interprétations qui mériteraient peut-être une révision. Enfin, l'impossibilité de dire que le risque thyroïdien dû à Tchernobyl, en France, est nul, et la

nécessité scientifique de dire qu'il est d'une part limité (de 2 à 176 cas supposés entre 1991 et 2015 dans l'hypothèse la plus défavorable), et d'autre part difficilement discernable dans l'évolution et les fluctuations de l'incidence dite spontanée, peuvent être exploitées pour entretenir le doute. Ce dernier ne pourra pas être levé par la cartographie, ni par la dosimétrie ou les modèles d'évaluation du risque, mais seulement par le suivi de l'incidence des tumeurs thyroïdiennes, d'où l'importance essentielle de l'épidémiologie et des registres du cancer au cours des décennies à venir.

11-CONCLUSION

Tchernobyl représente le plus grave accident industriel de l'histoire de l'humanité si l'on considère la superficie des territoires lourdement concernés et le nombre de personnes directement affectées. Ainsi, 5,2 millions de personnes vivaient dans les territoires contaminés à un taux supérieur à 37 000 Bq.m⁻², 336 000 personnes habitant les régions voisines du site de Tchernobyl furent déplacées en 1986 et 1987, 600 000 travailleurs ont contribué à la gestion de l'accident et de ses conséquences s'exposant ainsi à des doses d'irradiation significativement supérieures aux doses réglementaires (10% ont reçu plus de 250 mSv), 203 personnes fortement irradiées ont été hospitalisées, 29 personnes moururent dans le délai de 4 mois après l'accident des suites directes de leur forte irradiation qui s'ajoutaient aux deux morts intervenues lors de l'explosion, 115 autres personnes ont été suivies depuis lors dont 19 sont mortes à la date d'aujourd'hui, et 4 000 cas de cancer thyroïdien chez des personnes (enfants ou adolescents en 1986) ont été recensés à ce jour dans les régions limitrophes dont une faible fraction (moins de 0,25 %) s'est révélée létale. Tout en déplorant les lourdes conséquences de cet accident, y compris en considérant le nombre probable de morts par cancer, conséquences décalées dans le temps des irradiations moyennes ou fortes de certains des habitants des zones les plus contaminées (des chiffres supposés de 4 000 à 8 000 sont cités par les organismes internationaux), il faut noter que le nombre de morts qui sont directement imputables à l'accident de Tchernobyl est du même ordre de grandeur que dans d'autres accidents industriels graves, par exemple dans l'accident intervenu dans l'usine chimique de Bhopal en Inde (environ trois mille décès).

Il faut être particulièrement attentif à la lisibilité des estimations chiffrées, même lorsqu'elles sont fournies par des organisations gouvernementales telles que l'AIEA ou l'OMS. En effet il est essentiel de bien distinguer les valeurs avérées des valeurs hypothétiques prospectives. Souvent, cette distinction n'est pas suffisamment explicite. Par exemple, concernant les populations voisines de Tchernobyl, sont avérées une cinquantaine de morts et 4 000 tumeurs thyroïdiennes chez des personnes (enfants et adolescents en 1986). Au contraire, sont seulement hypothétiques les 8 000 morts anticipées récemment évoquées par l'OMS à Vienne début septembre 2005 lors du forum des organisations internationales sur Tchernobyl, ce nombre étant calculé à partir d'estimations dosimétriques très difficiles à établir et d'un modèle de risque basé sur les conséquences d'Hiroshima et Nagasaki.

Les rejets de radionucléides dans l'atmosphère ont été très importants. Une part, certes faible, mais clairement identifiable, a atteint l'Europe de l'Ouest, notamment la France, entre le 29 avril et le 5 mai 1986. De nombreuses mesures de radioactivité (air, sols, eaux, végétaux,...) ont été faites dès le premier constat des retombées le 30 avril 1986. A l'époque cependant, les stations de mesures étaient essentiellement concentrées autour des installations nucléaires existantes de telle sorte que de nombreuses zones du territoire national n'étaient pas couvertes aussi densément qu'on a pu, a posteriori, le souhaiter au vu des hétérogénéité des retombées constatées ultérieurement. Il convient d'avoir conscience qu'une couverture systématique conduisant à une précision supérieure à la centaine de km² est théoriquement possible, quoique matériellement difficile à gérer et ce d'autant plus si on se réfère aux années 1980 en raison d'un développement des technologies de l'information et de la communication très différent de ce qu'il est aujourd'hui (il faudrait environ 6 000 capteurs pour un maillage de 10 x 10 km²).

Les radionucléides qui se sont déposés et qui sont restés mesurables en France, sur des durées allant de quelques semaines à des dizaines d'années selon leurs périodes radioactives, sont l'iode 131, les césium 134 et 137 et les ruthénium 103 et 106. **Parmi ces radionucléides et en raison de leurs radiotoxicités et de leurs concentrations relatives, seul l'iode a pu conduire à un impact sanitaire significatif.**

La cartographie des dépôts de césium 137 sur notre territoire a fait et continue à faire l'objet de longs et souvent houleux débats, dans la mesure où les données exploitables collectées au moment où se produisaient les dépôts sont en nombre limité et que tous les modèles développés par les chercheurs depuis 1986 reposent sur des hypothèses nécessairement simplificatrices qui ne peuvent que conduire à des estimations encadrantes. Les résultats extrêmes de ces travaux de recherche, dont la solidité scientifique est variable, sont dans un rapport de 1 à 10. Il serait vain de croire que désormais ces incertitudes pourront être fortement réduites. Les travaux de recherche conduits ont cependant permis de mieux comprendre les nombreux phénomènes qui interviennent et d'en mesurer la complexité. Il serait déraisonnable de vouloir les utiliser pour leur faire dire plus qu'ils ne le peuvent. Ces modèles doivent être vus comme une aide à la compréhension des grandes tendances, en complément des mesures précises obtenues au cours de la première semaine de mai 1986. Les cartographies des dépôts de césium 137 montrent que seules quelques très rares zones en Corse, dans le Jura et dans la vallée du Rhône ont atteint en mai 1986 une radioactivité moyenne à l'échelle du km² comprise entre 20 000 Bq.m⁻² et 40 000 Bq. m⁻² (modèle 2003) ou entre 3 000 Bq. m⁻² et 6 000 Bq. m⁻² (modèle 1997). La majorité de la partie Est de la France connaissait des chiffres compris entre 4 000 et 20 000 Bq. m⁻² (modèle 2003) ou entre 1 000 et 3 000 Bq. m⁻² (modèle 1997). Ceci n'exclut pas que, suite à un lessivage des sols ou de la végétation par les eaux de pluies, des concentrations plus élevées aient pu être observées très localement à l'échelle de quelques dizaines ou centaines de m². C'est essentiellement sur ce point qu'ont porté les controverses, bien que, dès le 8 mai 1986, un communiqué de presse du SCPRI indiquait : *« les pluies d'orage qui rabattent au sol les traces encore présentes dans l'atmosphère peuvent néanmoins, pendant encore quelques temps, provoquer des élévations locales et temporaires de la radioactivité au niveau du sol, sans conséquence sanitaire ».*

A titre d'information, la radioactivité de même nature constatée, après l'accident, dans une région de 30 km autour de la centrale de Tchernobyl a pu atteindre la valeur de 1 500 000 Bq. m⁻². Pour mémoire, la radioactivité naturelle d'un adulte est en permanence de l'ordre de 8 000 Bq.

Les doses en iode pour les populations les plus sensibles, à savoir les enfants, reconstituées à partir des données disponibles et des modèles complexes développés (mesures des contaminations en iode, cartographies des dépôts césium, relation césium-iodo, intégration de l'iode dans la chaîne alimentaire, typologie alimentaire des populations) corroborent les données épidémiologiques constatées depuis 20 ans : **l'impact sanitaire des retombées de Tchernobyl sur la population française est sans conteste suffisamment faible, s'il existe, pour ne pas être décelable à ce jour.** Les modélisateurs avancent, dans les hypothèses les plus extrêmes, une fourchette de 2 à 176 cancers de la thyroïde induits par cet accident pour l'Est de la France sur la période 1991-2015, cependant que le nombre spontané attendu serait de 899 ± 60. Ces chiffres sont à comparer aux quelques 2 500 cas de cancers de la thyroïde identifiés chaque année dans l'ensemble de la population française, dont une trentaine chez des enfants. Ces modélisations restent sujettes à débat. Par ailleurs, les cancers radio-induits ne présentent pas de signature permettant actuellement de les identifier.

Dans ces conditions, l'absence de dispositions particulières prises par les autorités politiques et sanitaires à l'époque ne saurait être considérée comme critiquable. Cependant avec le recul des études et recherches menées depuis 20 ans et au vu de l'expérience acquise depuis l'événement de Tchernobyl, en cas de renouvellement d'une situation comparable, les actions préventives qui pourraient avoir un sens en France seraient, sur une période limitée, quelques semaines au plus, de recommander de ne pas consommer de lait frais (déviation du lait contaminé vers des formes consommables après décroissance radioactive de l'iode, par exemple fromages et lait stérilisé ou en poudre), de bien laver les légumes et fruits frais avant de les consommer, d'éviter les activités intenses de plein-air, de limiter le pâturage du bétail et d'éviter les travaux extérieurs susceptibles de remettre en suspension des poussières à partir de sols contaminés.

La prise d'iode stable « sans attendre » a cruellement fait défaut autour de Tchernobyl et les enfants en ont été victimes. Cette catastrophe sanitaire aurait largement pu être réduite par une prise rapide d'iode stable, et ceci montre l'importance qu'il y a à pérenniser le dispositif de distribution d'iode mis en place par les Autorités sanitaires françaises autour des installations nucléaires. Cependant, si la prise systématique d'iode stable est indispensable dans les zones proches de l'accident, elle ne l'est pas à distance ; elle était donc inutile en 1986 en France.

Afin d'éviter l'écueil des débats fondés sur des suspicions et des hypothèses nécessairement réductrices, et donc toujours ouvertes à contestation, en ayant en outre présent à l'esprit les procédures judiciaires en cours, **je recommande vivement une communication gouvernementale**

sur l'éventuel impact sanitaire de Tchernobyl en France uniquement fondée sur les faits avérés. Pour ce qui concerne les éventuelles conséquences sanitaires en France, le problème est avant tout celui du risque thyroïdien. Faute de connaissances précises sur les causes qui génèrent les cancers thyroïdiens, il est difficile d'interpréter, notamment en ce qui concerne l'étiologie, l'augmentation d'incidence actuellement observée en France depuis la mise en place des registres épidémiologiques. Cette augmentation a été clairement mise en évidence depuis 1975. On ne peut exclure que l'accident de Tchernobyl ait contribué depuis les années 1990 à une fraction, en tout état de cause faible, de cette évolution. En effet, une augmentation d'incidence comparable à celle existant en France est également constatée dans d'autres pays qui n'ont pas été touchés par l'accident, comme le Canada et les USA. **C'est pourquoi, en France, la fraction attribuable à Tchernobyl est vraisemblablement faible, voire peut-être nulle.** Le bilan ne pourra cependant être définitif qu'après encore un suivi de plus de 10 ou 20 ans au niveau des registres du cancer.

Les difficultés à conclure sont en grande partie liées au nombre trop restreint de mesures systématiques, conformes aux bonnes pratiques et exploitables au plan dosimétrique, qui ont été effectuées par les organismes publics sur l'ensemble du territoire au cours des jours, semaines, mois et années qui ont suivi l'événement, y compris pour conforter les résultats de leurs modèles d'estimation de la contamination. Par exemple, on ne peut manquer d'être surpris de l'existence d'une seule mesure à la thyroïde d'un enfant. Au-delà des actions immédiates de prévention, qui sont actuellement prévues en cas d'accident et au titre desquelles figurent au premier rang la protection de la thyroïde, c'est sans doute dans le domaine de la planification préalable des mesures de radioactivité que des progrès substantiels sont à attendre, pour atteindre une gestion pleinement satisfaisante d'une éventuelle crise et de la post-crise.

RÉFÉRENCES

- ◆ WHO : Health Effects of the Chernobyl Accident and Special Care Programmes, *Report of the UN Chernobyl Forum Expert Group « Health »*, Working Draft, July 26, 2005.
- ◆ IAEA : Chernobyl's legacy: Health, environmental and socio-economic impacts, *The Chernobyl forum*, IAEA, Vienne, september 2005
- ◆ Ph. Renaud, K. Beaugelin, H. Maubert, Ph. Ledenvic : Les retombées en France de l'accident de Tchernobyl, conséquences radioécologiques et dosimétriques, *EDP Sciences*, Les Ulis, 1999.
- ◆ P. Verger, L. Chérié-Chaline : Evaluation des conséquences sanitaires de l'accident de Tchernobyl en France, *IPSN et IVS*, Saint-Maurice, Mai 2001.
- ◆ Aurengo : Tchernobyl : quelles conséquences sanitaires ?, *La Jaune et la Rouge*, n° 569, Novembre 2001.
- ◆ P. Jacob *et al.* : Childhood exposure due to the Chernobyl accident and thyroid cancer risk in contaminated areas of Belarus and Russia, *British J. of Cancer*, 80, 1461-1469, 1999.
- ◆ J.-L. Wémeau : Cancers de la thyroïde et Tchernobyl, *Santé et rayonnements ionisants*, n° 28, 2005.
- ◆ F.P. Castronovo, Jr. : Iodine -131 thyroid uptake results in travelers returning from Europe after the Chernobyl accident, *J. Nucl. Med.*, 28, 535-541, 1987
- ◆ Académie de médecine et Académie des sciences : La relation dose -effet et l'estimation des effets cancérogènes des faibles doses de rayonnements ionisants, *Rapport conjoint n°2*, Nucléon éd., Paris, 30 mars 2005
- ◆ IRSN : Tchernobyl, 17 ans après, *Dossier d'information*, Avril 2003.
- ◆ IRSN : Réflexions sur les études menées à l'IRSN pour l'estimation des conséquences de l'accident de Tchernobyl en France, *Rapport final*, Juillet 2005.
- ◆ UNSCEAR : Sources and effects of ionizing radiation, *UNSCEAR 2000 report*, volume II : Effects, Annex J: Exposures and effects of the Chernobyl accident, UN, New-York 2000.
- ◆ OCDE, AEN : Tchernobyl, évaluation de l'impact radiologique et sanitaire, Mise à jour 2002 de « Tchernobyl : 10 ans déjà », OCDE, Paris, 2002.
- ◆ R. Latarjet : Sur l'accident nucléaire de Tchernobyl, Note, *C. R. Académie des Sciences*, Paris, 1986.
- ◆ Conseil supérieur de la sûreté et de l'information nucléaires, note sur la réunion du 16 décembre 1997
- ◆ SCPRI : Résultats des mesures de contrôle de radioactivité, Le Vésinet, 1986.

- ◆ CRIIRAD : Contaminations radioactives : Atlas France et Europe, éd. Yves Michel, Barret-sur-Méouge, 2002.

- ◆ CEE : Recommandation de la Commission du 6 mai 1986 concernant la coordination des mesures nationales prises à l'égard des produits agricoles suite aux retombées radioactives provenant d'Union Soviétique, 86/156/CEE, J.O. n° L118, 1986.

- ◆ Règlement Euratom n° 2218/89 du Conseil : Modifiant le Règlement Euratom n° 3954/87 fixant les niveaux maximaux admissibles de contamination radioactive pour les denrées alimentaires et les aliments pour le bétail après un accident nucléaire ou dans toute autre situation d'urgence radiologique, Bruxelles, 18 Juillet 1989.

ANNEXE

Dates repères entre le 26 avril et le 2 juin 1986

Jour 0 -samedi 26 avril 1986, 01h 23

Explosion et incendie du réacteur n°4 de Tchernobyl. Aucune information des soviétiques les 26 et 27 avril. L'incendie durera 10 jours.

J2 -lundi 28 avril, 13 h -

La nouvelle est annoncée par les autorités suédoises, puis confirmée par les autorités soviétiques, qui parlent d'incident, puis d'incendie suite à un accident. Les autorités russes déclarent 2 morts.

J3 -mardi 29 avril –

Le SCPRI transmet à l'AFP un projet de communiqué de presse faisant état d'« *un accident sérieux,..., au nord de Kiev, dans une région très peu peuplée...* ». Il précise la composition d'un nuage de particules de fumées radioactives, à partir de frottis sur avions en provenance du nord de l'Europe. Le journal télévisé de 13h00 de TFI consacre 8 minutes à l'événement. Un commentaire manuscrit du Pr Pellerin sur une version de ce premier projet de communiqué de presse exprime une totale confiance dans l'innocuité de l'accident pour notre pays : « *En tout état de cause, la radioactivité susceptible de revenir en Europe occidentale, avec un certain délai, à la suite de cet accident, ne peut en aucun cas, compte-tenu de la dilution, présenter de risque pour la santé publique* ». Ce commentaire, écrit avant toute mesure de radioactivité sur le territoire national et de plus amples informations sur la catastrophe, permet de comprendre l'état d'esprit du responsable du SCPRI, convaincu de l'impossibilité d'un effet de cet accident au delà d'un périmètre « *pas plus loin que 10 à 20 km au nord de la centrale* ». En réalité, des régions situées dans un rayon de 200 km autour de la centrale seront fortement touchées. Plus loin, il ajoute « *en France, si l'on détecte quelque chose, il ne s'agit que d'un problème purement scientifique* ». Cependant, à titre de précaution et pour disposer de données précises permettant la confirmation ou l'infirmité des hypothèses retenues, le SCPRI met immédiatement en action un programme renforcé de prélèvements sur ses 130 stations.

J4 -mercredi 30 avril –

Le nuage porteur des rejets de la centrale atteint la France. Le SCPRI adresse dans la nuit même un communiqué de presse, peu repris, du fait de la date.

J5 -jeudi 1^{er} mai

Jour férié, pas de presse écrite.

J6 -vendredi 2 mai

Un second communiqué du SCPRI informe du passage du nuage sur la France, la radioactivité enregistrant son maximum ce jour. Mais c'est le laboratoire de l'AIEA de Monaco qui est cité comme la source première de l'information, le SCPRI confirmant et interprétant les résultats de la contamination en France comme insignifiants « *ni la situation actuelle, ni son évolution ultérieure ne justifient dans notre pays quelques contre mesure sanitaire que ce soit* » [communiqué du SCPRI]. La presse nationale traite l'évènement sur plusieurs pages. Les premiers éléments d'une polémique se mettent en place, traduits par une attaque de Haroun Tazieff, qui accuse la Direction de la Sécurité Civile de n'avoir pas « *structuré une organisation des secours efficace en cas de catastrophe* ». Réponse de Charles Pasqua, ministre : « *Tout au long de sa mission dans le précédent gouvernement, Haroun Tazieff ne s'est jamais préoccupé de secours en cas d'accident nucléaire....* ». Jacques Chirac, Premier Ministre, propose de l'aide aux autorités soviétiques. Cette proposition reste sans réponse. On commence à parler de plusieurs milliers de morts, à partir d'une source américaine, tandis que les soviétiques continuent d'établir leur bilan à 2 victimes, du fait de l'explosion et de l'incendie.

J7 -samedi 3 mai

Le Monde indique « *En France, des prélèvements, pratiqués par le laboratoire de radioactivité marine de Monaco ont confirmé la présence de particules émises par la centrale de Tchernobyl (...) en quantité suffisante pour laisser des traces, mais trop faibles pour représenter un danger quelconque* ». France-Soir : « *La France seule sereine : tout se passe comme si les Français étaient aujourd'hui vaccinés contre la crainte du nucléaire* ».

J8 -dimanche 4 mai

Selon le SCPRI, « *Il faudrait imaginer des élévations dix mille ou cent mille fois plus importantes pour que commencent à se poser des problèmes significatifs d'hygiène publique. La distance, la dilution atmosphérique, et la décroissance radioactive excluent désormais une telle situation dans notre pays* ». Le Figaro titre en grand : « *Tchernobyl : le pire est peut-être évité* » : et en plus restreint : « *Une psychose contagieuse : les uns après les autres, les pays d'Europe de l'Ouest et de l'Est « radioactifs » prennent des mesures de précaution alimentaire. Et la psychose gagne l'Amérique du Nord...* ».

J9 -lundi 5 mai

Communiqué du SCPRI : « *La radioactivité revient à des niveaux normaux* ».

J 10 -mardi 6 mai

Réunion des experts Euratom à Bruxelles et le même jour des experts OMS à Genève, pour déterminer des seuils d'intervention face à l'accident. Ces deux groupes d'experts préconiseront des normes différentes, mais qui toutes deux correspondent à un impact sanitaire inférieur aux limites de dose établies antérieurement. La nature du scénario d'exposition joue un rôle majeur dans ces

évaluations. Le premier groupe établira à 500 Bq.l⁻¹ la concentration en iode 131 qui devra imposer des restrictions de consommation tandis que le second retiendra 2 000 Bq.l⁻¹. Il faut rappeler que les préconisations retenues jusque là étaient des limites annuelles d'incorporation, en l'occurrence 100 000 Bq par an pour l'iode 131.

J 11 -mercredi 7 Mai

Communiqué du SCPRI : « *Ni la situation actuelle, ni son évolution ultérieure ne justifient dans notre pays quelque contre-mesure que ce soit* ». Au total, il y aura eu jusque là, en une semaine, 12 communiqués tous rassurants. Le Pr Pellerin y exprime sa conviction que « *la France a été moins touchée que ses voisins européens, que les mesures d'interdiction prises dans ces pays ne reposent pas sur des motifs sérieux, ni sur des normes communautaires* ».

J 12 -jeudi 8 mai

Premier bilan dressé par le SCPRI.

J 14 -samedi 10 mai

Le Pr Pellerin est interpellé au journal télévisé de midi (25 minutes), puis le soir (7 minutes), sur l'absence de mesures sanitaires, à la différence de l'Allemagne et de l'Italie. Le journaliste Jean-Claude Bourret, sur TF1, reçoit le Pr Pellerin pour le J.T. de midi en l'accueillant par ces mots : « *Alors, Mr le Professeur, il paraît que vous avez arrêté le nuage de Tchernobyl aux frontières de la France* ». Cette métaphore sera abondamment reprise, jusqu'à être attribuée de manière erronée au Pr Pellerin. Invitée en même temps que le Pr Pellerin, Mme Monique Séné, présidente du Groupement des scientifiques pour l'information dans le nucléaire (GSIN), reproche à ce dernier de ne publier que des « moyennes » et de cacher les valeurs extrêmes des mesures qui sont, selon elle, beaucoup plus élevées.

J 15 -dimanche 11 mai

Tchernobyl occupe 11 minutes sur TF1, 10 minutes sur A2. Le Pr Pellerin y fait figure d'accusé, pour n'avoir pas donné d'information sur l'ampleur de la catastrophe et avoir accrédité les renseignements d'origine soviétique. De source américaine, on estime que Tchernobyl a causé la mort d'au moins 2 000 personnes, ce qui se révélera lourdement erroné, et que les autorités soviétiques ont donc cherché à cacher la gravité de la catastrophe. Le Journal du Dimanche titre « *Le nuage de mort est passé sur nous* » et « *maintenant, on sait pourquoi Moscou a gardé si longtemps le secret : Tchernobyl est aussi une centrale militaire* », ce qui était éronné.

J 16 -lundi 12 mai

Article du Matin de Paris titrant « *Le mensonge radioactif* » et accusant le SCPRI d'avoir laissé la population française sans protection vis à vis d'importantes contaminations radioactives. France-Soir titre « *On fait au nucléaire un procès en sorcellerie : pour le Pr Pellerin, un accident, si grave soit-il, sera toujours moins meurtrier que la rupture d'un grand barrage* ». La polémique en France atteint son paroxysme, la CFDT faisant intervenir un « spécialiste » anonyme qui accuse le Pr Pellerin d'avoir

« *Point sur les conséquences sanitaires de l'accident de Tchernobyl – septembre 2005* »
avis de Bernard Bigot, Haut-Commissaire à l'énergie atomique

caché qu'une élévation de 100 fois la radioactivité ambiante conduisait à un excès de 70 cancers (France-Soir).

J 18 -mercredi 14 mai

Séance de questions d'actualité à l'Assemblée Nationale. M. Madelin, ministre de l'Industrie, se défend : « *Personne ne peut dire que l'information n'a pas été donnée. Elle l'a été, même si c'est une forme qui n'a pas été bien traduite par les médias* ». (...) « *Mais il est apparu à cette occasion qu'il n'existait aucune structure capable de diffuser l'information dont disposent les services concernés et qu'il était nécessaire d'avoir une coordination* ».

J 20 -vendredi 16 mai

Selon deux communiqués du Ministre de la Santé, Mme Barzach, « *aucune précaution de consommation n'est indiquée* », et « *les femmes enceintes ne doivent pas s'inquiéter* ». Au Sénat, M. Madelin reconnaît que les seuils d'alerte de 2 000 Bq.kg⁻¹ n'ont été dépassés que dans le cas des épinarads d'Alsace et ajoute « *le seuil de 2 000 Bq.kg⁻¹ d'épinards est un seuil largement théorique ; il ne représente aucun danger pour la population française. Je peux vous dire qu'il faudrait que vous mangiez sans les laver 2 tonnes d'épinards dans les jours qui viennent pour que votre santé soit menacée* ».

J 21 -samedi 17 mai –

L'hebdomadaire VSD consacre quatre pages à la reconstitution des discussions politiques ayant abouti à la perception d'une « *conspiration du silence* », en citant le rôle de M. Giraud, ministre de la défense et partisan du secret, appuyé par le Pr Pellerin, qui aurait souhaité concentrer sur sa personne toute l'information concernant les conséquences sanitaires de la catastrophe. Dans le même hebdomadaire, Yves Montand répond à une interview dans laquelle il s'indigne des « *quiproquos, informations et contre-informations* », et demande une Commission d'enquête internationale, avec B. Kouchner et l'écrivain Jorge Semprun. Il est aussi le premier à s'intéresser aux victimes ukrainiennes. Mais dans le même entretien, il estime qu'il faut « *vivre avec le nucléaire, à condition de respecter les citoyens en leur disant la vérité en cas d'accident* ».

J 27 -vendredi 23 mai

Au Sénat, le Ministre de l'Industrie vient expliquer « *qu'il ne faut pas confondre les seuils d'alerte et les seuils de danger* », et indique « *qu'un seuil d'alerte n'est qu'un seuil au delà duquel les pouvoirs publics doivent se poser la question de la politique à mettre en œuvre* ».

J 37 -2 juin

Raymond Latarjet, membre de l'Académie des Sciences, communique en séance publique une note « *sur l'accident nucléaire de Tchernobyl* » décrivant ses conséquences en France. Il est conclu que « *la pollution radioactive sur l'Europe a été très faible et a rapidement diminué, et ne devrait soulever aucune inquiétude* ». « *Les contre-mesures ne s'imposaient pas, notamment en France, qui n'a connu*

qu'une contamination insignifiante... ». La nécessité de revoir la communication est in fine soulignée : « *l'information du public français a été mal conduite et insuffisante* ». Il semble que la création le 11 mai, en pleine crise, d'une structure interministérielle d'information nucléaire chargée de coordonner l'information dispensée par les ministères de l'industrie, de la santé, de l'environnement et de l'agriculture, n'ait pas résolu le problème, sans doute du fait que cette structure ne comportait que des représentants du CEA, du SCPRI, et d'EDF.

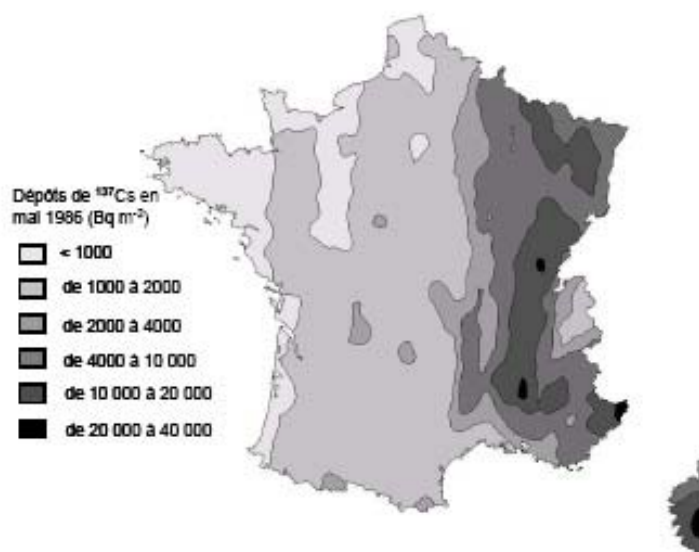


Figure 1 : Reconstitution par modélisation des dépôts de césium 137 en France dus à l'accident de Tchernobyl (source IRSN, 2003) (valeurs estimées avec une résolution de 100 km²)

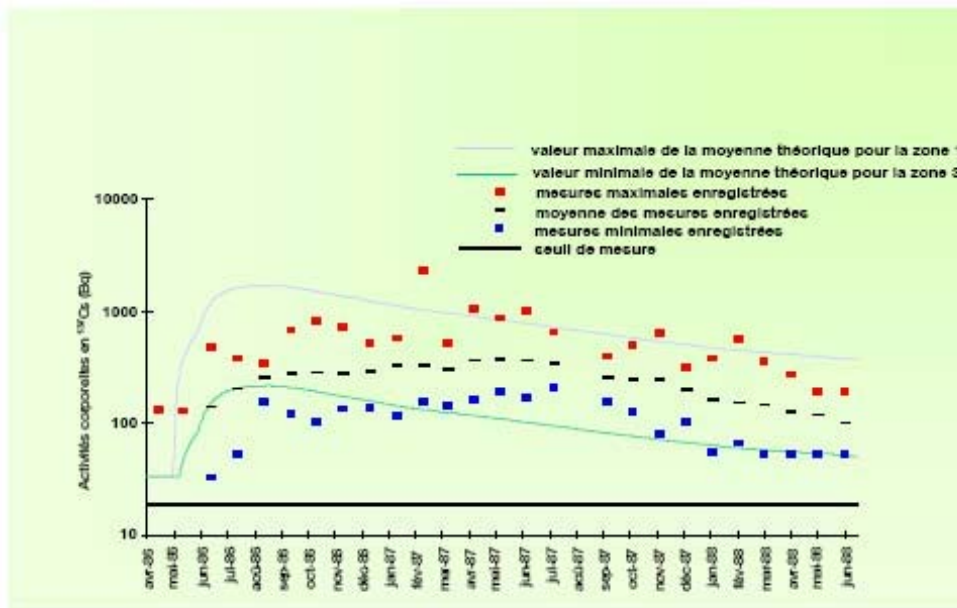


Figure 2 : résultats du suivi de la contamination corporelle des personnels du site du Tricastin

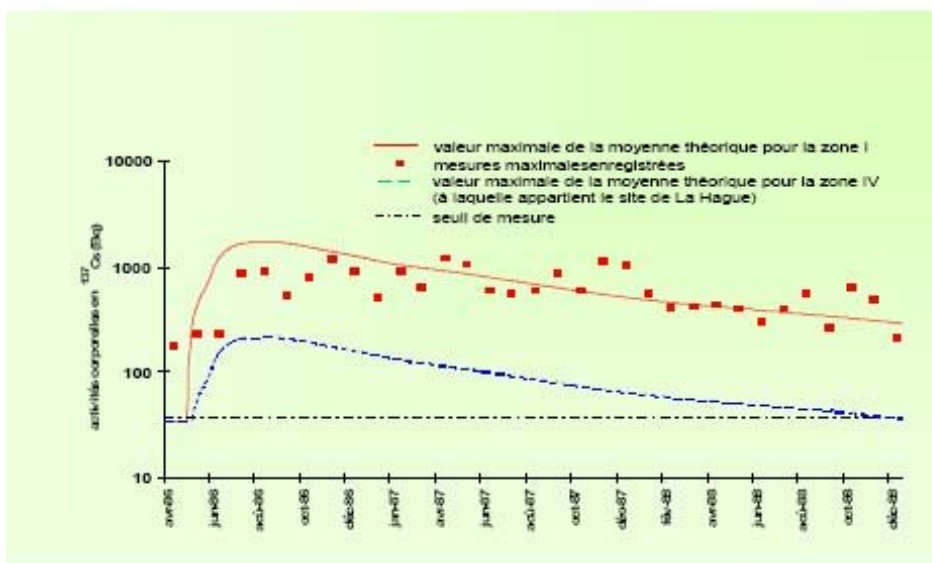


Figure 3 : résultats du suivi de la contamination corporelle des personnels du site de La Hague

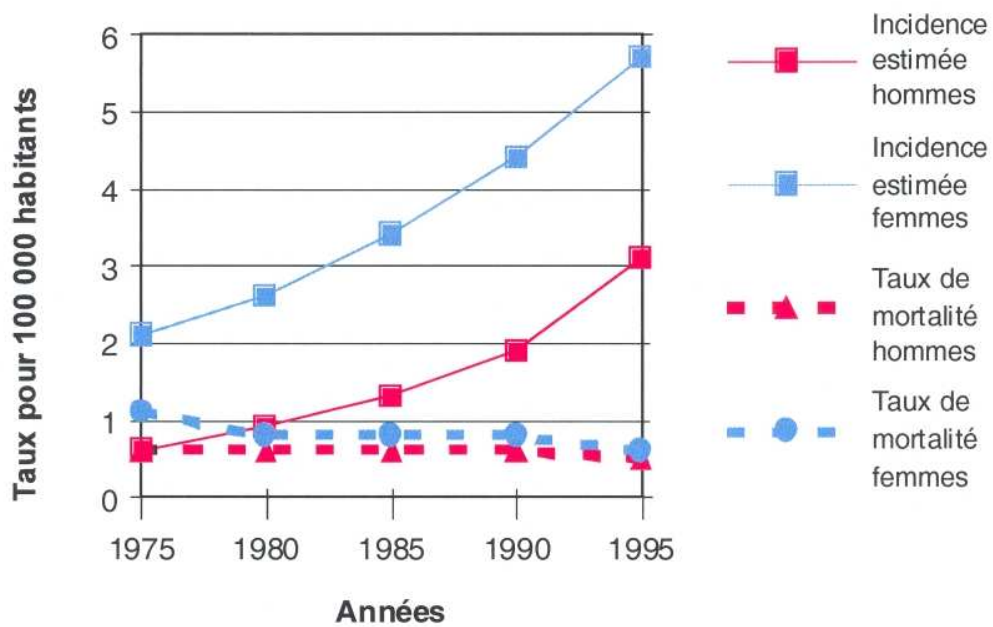


Figure 4 : Incidence et mortalité du cancer de la thyroïde dans la population française générale sur la période 1975-1995 séparément chez les femmes et les hommes

TABLEAU I : EVALUATION DES EXPOSITIONS APRES L'ACCIDENT DE TCHERNOBYL
ORDRES DE GRANDEUR

| Valeurs représentatives | Zones proches de Tchernobyl (< 200 km) | France Est (1500 à 2000 km) | France Ouest (2000 à 2500 km) | Observations | Références sanitaires |
|--|--|-----------------------------|-------------------------------|--|---|
| Marquage du sol par le césium 137 | > 500 kBq.m ⁻² | < 40 kBq.m ⁻² | < 5 kBq.m ⁻² | Très forte hétérogénéité à courte distance | Contamination artificielle produisant une dose dépendant du scénario d'exposition. L'UNSCEAR définit comme « contaminées » les zones dépassant 37 kBq.m ⁻² = 1 µCi.m ⁻² |
| Dose à la thyroïde (intervalle supérieur de la distribution) | 1 à 50 Sv | 1 à 50 mSv | 0,1 à 1 mSv | Fortement dépendante de l'alimentation et surtout de la consommation de lait | Limite actuelle : 20 mSv par an Limite en 1986 : 50 mSv par an Distribution de pastilles d'iode à partir de 100 mSv |
| Dose globale à l'organisme (intervalle supérieur de la distribution) | 50 à 500 mSv | 0,1 à 1 mSv | 10 à 100 µSv | Fortement dépendante de l'alimentation | Limite actuelle : 1 mSv par an Limite en 1986 : 5 mSv par an |

